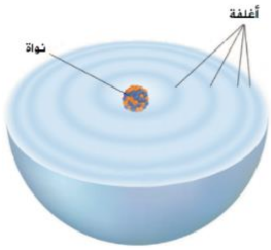
40.8 insulators, conductors | العوازل والموصلات 40.8

8.1 Introduction | مقدمة 8.1

- Valence electrons: Electrons in the outer orbit of an atom (valence band). They contain a maximum of 8 electrons, and the atom is stable like noble gases and does not tend to interact with other atoms because its last orbit is completely full of electrons. It is responsible for forming covalent bonds between atoms.
- Electron configuration: is the distribution of electrons in atomic or molecular orbitals. For example, the electron configuration of the neon atom is 1s2 2s2 2p6.



الشكل 40.12

- إلكترونات التكافؤ: هي الإلكترونات الموجودة في المدار الخارجي للذرة (نطاق التكافؤ). والتي تحتوي على 8 إلكترونات كحد أقصى، وتكون الذرة مستقرة (خاملة) مثل الغازات النبيلة ولا تميل إلى التفاعل مع ذرات أخرى لأن مدارها الأخير ممتلئ تمامًا بالإلكترونات. وهي المسؤولة عن تكوين الروابط التساهمية بين الذرات.
- التوزيع الإلكتروني: هو ترتيب الإلكترونات في ذرة أو في جزيء. وبالتحديد هو مكان تواجد الإلكترونات في المدارات الذرية أو الجزيئية.

8.2 Energy Band | نطاق الطاقة 8.2

Energy band structure

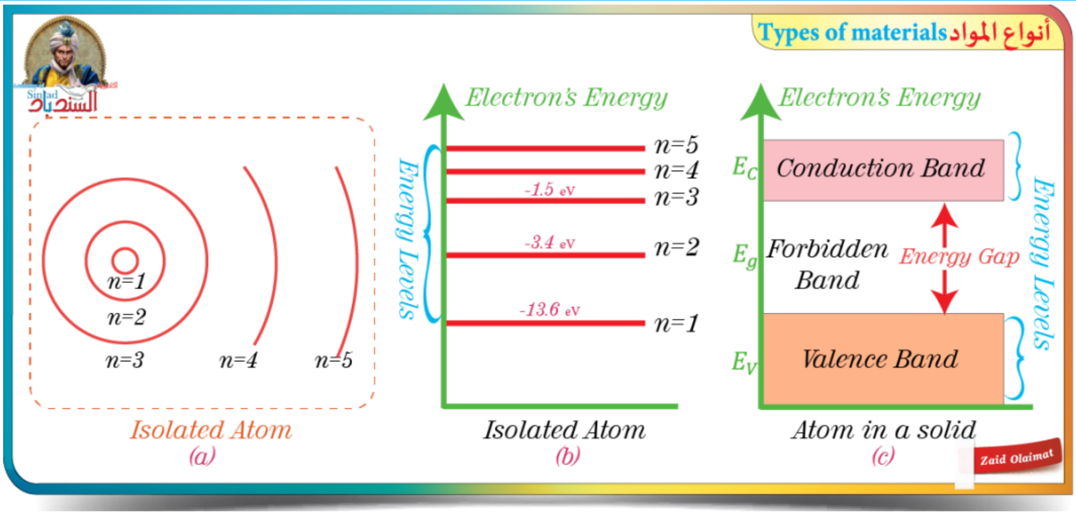
- In the case of a single atom, electrons have a constant amount of energy. But atoms in solid crystal are affected by their neighboring atoms, in this case, the electron has a set of energy amounts known as the Energy Band. As figure (40.13).
- Energy Range: is a continuous range of energy values held by an electron in an atom. These bands can be "forbidden bands" (an electron cannot occupy them) or "allowed bands" (an electron can occupy them).
- The energy band in a substance determines many of its chemical and physical properties, that related to the atomic structure, crystalline structure and optical properties.

- The material contains three energy bands for existence of electrons:
    1. Conduction Band.
    2. Forbidden Band (Energy gap).
    3. Valence Band.

تركيب نطاق الطاقة

- في حالة الذرة المعزولة، فإن الإلكترونات فيها تمتلك مدارات للطاقة محددة. ولكن الذرة في المواد الصلبة تتأثر بالذرات المجاورة لها، وبدلا من أن الإلكترون له مقدار طاقة محددة يكون له مجموعة من مقادير الطاقة تعرف بحزم أو نطاق الطاقة Energy Band. كما في الشكل (40.13).
- نطاق الطاقة: هو مدى متصل من قيم الطاقة التي يمتلكها الإلكترون في الذرة. ويمكن لهذه النطاقات أن تكون "نطاقات محرمة" (لا يمكن للإلكترون أن يشغلها) أو "نطاقات مسموحة" (يمكن للإلكترون أن يشغلها).
- يحدد نطاق الطاقة في المادة العديد من خصائصها الكيميائية والفيزيائية خاصة تلك التي تتعلق بالبنية الذرية و ببنيتها البللورية وخصائصها البصرية.

- تحتوي المادة على ثلاث نطاقات للطاقة لتواجد الإلكترونات:
    1. نطاق التوصيل.
    2. النطاق المحرم (فجوة الطاقة).
    3. نطاق التكافؤ.



الشكل 40.13

1. Valance band: is the lower band occupied by electrons completely as inert gases or partially like other materials, these electrons are called "valence electrons".
2. Conduction band: It is the upper band that is mostly empty of electrons, except in excitation states (for example heating). The electrons move freely, delivering electricity. These electrons are called free electrons or "conduction electrons".

- When a high-voltage difference is applied or the material is exposed to high temperatures such as heating, electrons jump as they absorb energy from the valence range to the conduction range.

3. Forbidden Band (Energy gap): The energy gap that separates the conduction band from the valence band and where electrons cannot exist. It is denoted by the symbol E_g. Often expressed in electron volts eV.

- The energy gap width determines the extent to which the valence electrons are bound to the atom. When the bonding of electrons to the nucleus increases, the energy gap widens.

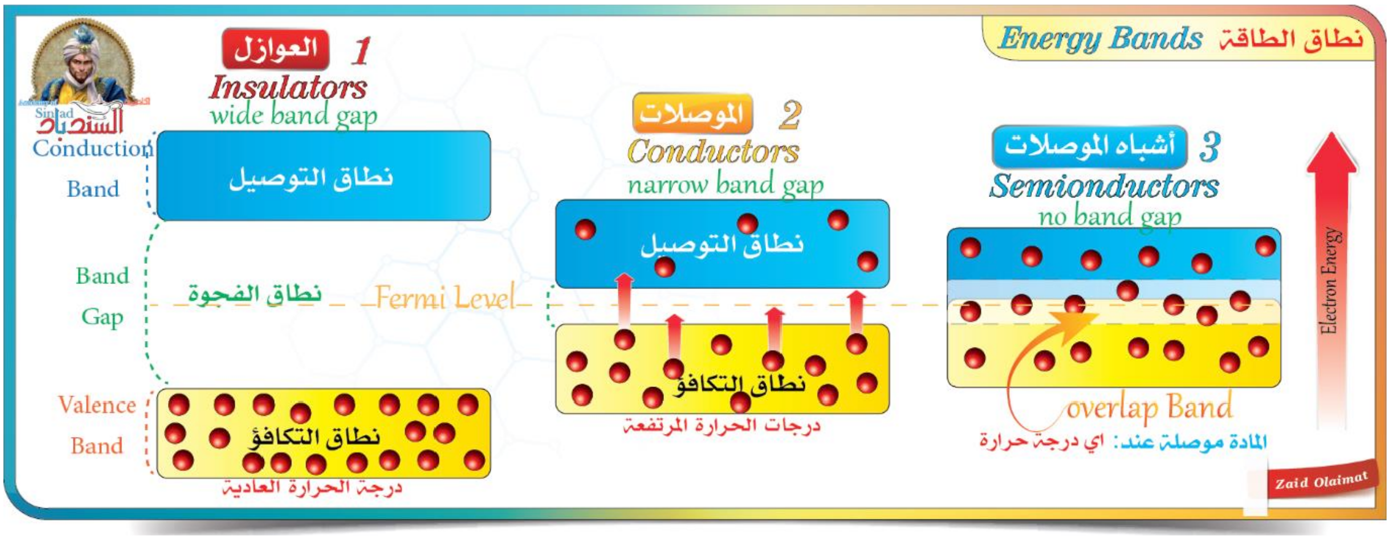
1. نطاق التكافؤ Valance band E_V: هو النطاق السفلي المشغول بالإلكترونات بشكل كلي كما في الغازات الخاملة أو جزئي كباقي المواد، وتدعى هذه الإلكترونات باسم "إلكترونات التكافؤ" valence electrons.
2. نطاق التوصيل Conduction band E_C: هو النطاق العلوي الذي يكون معظمه فارغ من الإلكترونات، الاّ في حالات الإستثارة (كالتسخين مثلاً). فتتحرك فيه الإلكترونات بحرية مما يوصل الكهرباء. وتسمى هذه اللإلكترونات بالإلكترونات الحرة أو إلكترونات التوصيل Conduction electrons.

- عند تطبيق فرق جهد عالٍ أو تعرض المادة لدرجات حرارة مرتفعة كالتسخين مثلاً، تقفز الإلكترونات من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل بسبب ضعف ارتباطها بالأنوية ونتيجة امتصاصها للطاقة.

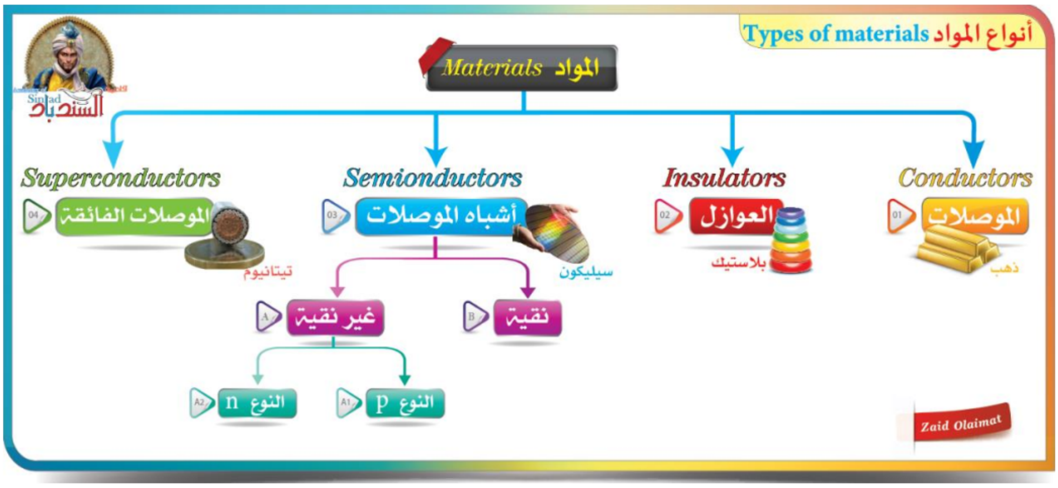
3. النطاق المحظورة (فجوة الطاقة) Band Gap E_g: عبارة عن فجوة الطاقة التي تفصل نطاق التوصيل عن نطاق التكافؤ ولا يمكن للإلكترونات أن توجد فيه. ويرمز له بالرمز E_g. غالباً ما يعبر عنه بالإلكترون فولت eV.

- عرض فجوة الطاقة يحدد مدى ارتباط الكترونات التكافؤ بالذرة، كلما كان الارتباط كبير ازداد اتساع فجوة الطاقة.

الشكل 40.14



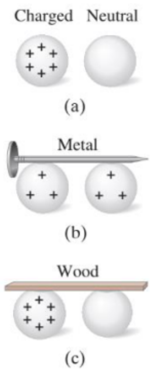
8.3 Conductors & Insulators | الموصلات والعوازل 8.3



الشكل 40.15

- مستوى فيرمي E_F: يمثل أقصى طاقة للإلكترون في المادة عند الصفر المطلق. عند هذه الدرجة تكون كل مستويات الطاقة أسفل مستوى فيرمي مشغولة. وجميع مستويات الطاقة فوقه فارغة.

- Conductor: A material that allows electrons to move through it easily, because it contains an abundance of free charges, and has overlapping band of Valance band and Conduction band. Conductors like copper, electrolytic solutions and plasma (ionized gases).
- Insulator: a material that does not allow the passage of charges easily because of the electrons are strongly connected to the nucleus. The Conduction band is empty. The wood and glass are insulators.
- Metals: are good conductors, for easy separation of valence electrons.



✓ المادة الموصلة Conductor: مادة تسمح بانتقال الشحنات خلالها بسهولة، بسبب احتوائها على وفرة من الإلكترونات الحرة، وتمتاز بتداخل نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل. ومن المواد الموصلة النحاس، والمحاليل الكهربائية (Electrolytic) والبلازما (الغازات المتأينة).

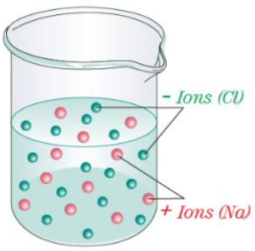
✓ المادة العازلة Insulator: مادة لا تسمح بمرور الشحنات خلالها بسهولة بسبب ارتباط الكتروناتها بشدة بالنواة.، وتكون فيها المسافة بين نطاق التوصيل ونطاق التكافؤ كبيرة حوالي 15 الكترون فولت. ويكون نطاق التوصيل فارغا. ومن العوازل الخشب والزجاج.

✓ الفلزات: تعتبر موصلات جيدة، وذلك لسهولة فصل إلكترونات التكافؤ منها.

- Air as a conductor: Air is insulated, but under certain circumstances it becomes a conductor of electricity for a moment. This happens if it is ionized by a very strong electric field to become a plasma (ionized gas), a cloud of electrons and atoms, which is a conductor and the transfer of charges occurs.
- An example of this is the charged clouds ionizing air, where the charges between the ground and thunder clouds are discharged by the so-called lightning.

- الهواء كموصل: الهواء عازل ولكنه يصبح تحت ظروف معينة موصل للكهرباء للحظات، ويحدث ذلك إذا تم تأينه بمجال كهربائي قوي جداً ليتحول إلى حالة البلازما (غاز مؤين) وهي سحابة من الإلكترونات والذرات، والتي تعد موصلاً فيحدث انتقال للشحنات.
- مثال على ذلك الغيوم المشحونة تأين الهواء عندها يتم تفريغ الشحنات بين الارض والغيوم الرعدية بما يسمى البرق.

- Distilled water: poorly conductive of electricity, its conductivity can be increased by dissolving salt such as a table salt (NaCl). The positive sodium ions and the negative chlorine ions are released.



- الماء المقطر: سيئ التوصيل للكهرباء، يمكن زيادة موصليته بإذابة ملح مثل ملح الطعام (NaCl). فتتحرر أيونات الصوديوم الموجبة (Na^{+})، وأيونات الكلور السالبة (Cl^{-}).

8.4 Questions — أسئلة متنوعة 8.4

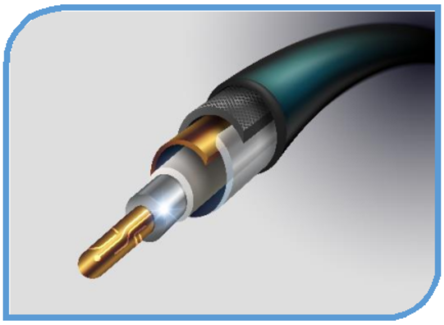
سؤال 40.42: أكمل المقارنة بين المادة الموصلة والمادة العازلة في الجدول 40.5

Question 40.42: Complete the comparison between conductive and insulating material in Table 40.5

المقارنة	Conductors الموصلات	Insulators العوازل
المفهوم		
سلوك الشحنات		
أمثلة		
رسم توضيحي		

سؤال 40.43 : علل: تصنع الاسلاك الكهربائية من النحاس بينما تغطى بطبقة خارجية من البلاستيك؟

✓



سؤال 40.44: علل: أثناء العواصف الرعدية، يكون بقاءك داخل السيارة أكثر أمناً من الخروج منها؟

✓

Question 40.44: Why: During thunderstorms, it is safer to stay inside the car than to get out of it?

✓

سؤال 40.45: علل: الجرافيت موصل بينما الألماس عازل رغم أن كليهما يتركب من ذرات الكربون؟

✓

✓

✓

Question 40.45: Why Graphite is conductor while diamond is insulator even though both are made of carbon atoms?

✓

✓

✓



الشكل 40.16

اختبار ذاتي 40.7: يُمسك طالب قضيب بلاستيك بيده ويدلكُه بالصوفِ، ثم يقرِّبهُ من قرص كشاف كهربائي، فتنفرج ورقتاه، وعندما يكررُ التجربة نفسها باستخدام قضيب نحاس، يلاحظُ عدم انفراج ورقتي الكشاف، فيستنتج الطالب أن المواد العازلة تُشحن بالدلك، أما المواد الموصّلة فلا تُشحن بالدلكِ. ما رأيك بهذه النتيجة؟

Quiz 40.10: A student holds a plastic rod in his hand and rubs it with wool, then brings it closer to an electroscope. When repeating the same experiment using a copper rod, he noted the electroscope are not released. The student concludes that the insulator material is charged by rubbing, and the conductor is not charged by rubbing. What do you think of this result?



الشكل 40.17

رابط القناة
فيديو الدرس